

### INTRODUÇÃO

As microalgas são seres vivos unicelulares fotossintetizantes que podem ser tanto procariontes quanto eucariontes. Elas transformam a matéria inorgânica em orgânica pelo processo da fotossíntese. Esses organismos se reproduzem de forma rápida e fácil, pois necessitam somente de oxigênio, água e nutrientes. Por serem fotossintetizantes e de crescimento rápido, as microalgas apresentam altas taxas de consumo de CO<sub>2</sub>, permitindo tornar estes poluentes em matéria orgânica aproveitável.

Além do potencial de retirada de gás carbônico da atmosfera, as microalgas também são efetivas no tratamento de efluentes domésticos e industriais, uma vez que possuem alta capacidade de adsorver e absorver substâncias químicas nocivas aos ambientes aquáticos e regulam os estoques de nutrientes.

No Brasil, o descarte e tratamento correto dos resíduos sólidos urbanos (não recicláveis) é feito em aterros sanitários. Estes locais finalizam o processo de decomposição, produzindo CO<sub>2</sub>, biogás e chorume. Este é um líquido de coloração escura e cheiro forte. Em sua composição há diversos elementos: chumbo, cobre, nitrato, arsênio e gás carbônico. Ele é tratado, entretanto, não são removidos todos os organismos patogênicos e os nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, que causam a eutrofização de ambientes aquáticos.

Tendo em vista o aumento crescente da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, resultando em processos de aumento do efeito estufa e da grande produção de resíduos líquidos em aterros sanitários, que geram diversos problemas ambientais causados pelo descarte incorreto desses efluentes, questionou-se sobre a possibilidade de utilizar um cultivo de microalgas para tratamento de chorume e retirada de nutrientes da água e, ao mesmo tempo, que ainda fosse capaz de realizar o sequestro do carbono atmosférico.

Acredita-se que seja possível a utilização de gases gerados a partir indústrias e aterros na produção de microalgas, por serem seres fixadores de gás carbônico e poderem contribuir para a remoção destes gases. Além disso, os nutrientes do chorume podem ser aproveitados para o crescimento das microalgas resultando em um tratamento mais eficiente deste resíduo.

Desta forma, o presente trabalho objetivou produzir e avaliar um sistema de fotobiorreator, capaz de realizar o sequestro de CO<sub>2</sub> — proveniente da decomposição do lixo — e que, de forma integrada, consiga finalizar o tratamento do chorume, retirando seus nutrientes e evitando que estes causem a eutrofização de ambientes aquáticos. Além disso, deve haver um rendimento grande de biomassa.



Figura 1: Emissão de gases poluentes  
Fonte: <https://www.ecycle.com.br/>



Figura 2: Fotobiorreator de larga escala  
Fonte: <https://www.passeidireito.com/>

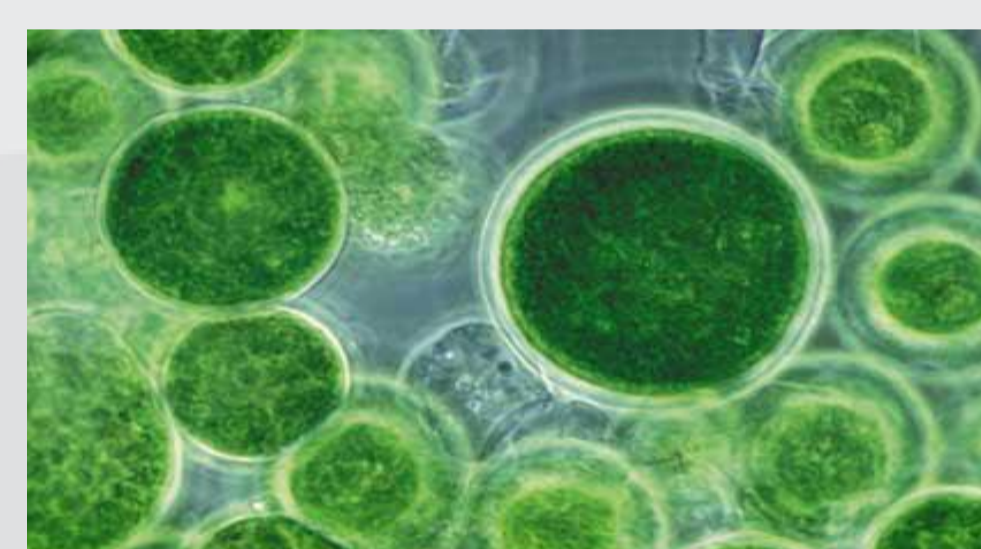


Figura 3: Chlorella vulgaris  
Fonte: <http://www.superfoods-for-superhealth.com>

### PROBLEMA

Seria possível utilizar um cultivo de microalgas para tratamento de chorume e retirada de nutrientes da água e ao mesmo tempo que ainda fosse capaz de realizar o sequestro do carbono produzido pela decomposição do lixo?

### OBJETIVO

Produzir e avaliar um sistema de fotobiorreator, capaz de realizar o sequestro de carbono — proveniente da decomposição do lixo — e que, de forma integrada, consiga tratar o chorume, retirando seus nutrientes, evitando a eutrofização de ambientes aquáticos.

### HIPÓTESE

Acredita-se que seja possível a utilização de gases gerados a partir de aterros na produção de microalgas, por serem seres fixadores de gás carbônico e poderem contribuir para a remoção destes gases.

Além disso, os nutrientes do chorume podem ser aproveitados para o crescimento das microalgas resultando em um tratamento mais eficiente deste resíduo.

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### METODOLOGIA TRATAMENTO DE CHORUME

**MONTAGEM:** Foi estabelecido um cultivo matriz da microalga *Chlorella vulgaris* utilizando 2 g/L de NPK (fertilizante de jardim). O cultivo foi mantido com auxílio de uma bomba manter a oxigenação e sob luz artificial. Foram estabelecidos outros cultivos (estes sem NPK) com diferentes concentrações de chorume, variando de 5% até 50% (variação de 5 em 5).



Figura 4: NPK  
Fonte: Autor



Figura 5: Microalgas em reprodução  
Fonte: Autor

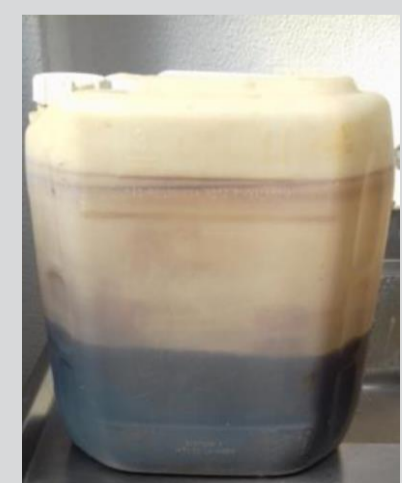


Figura 6: Galão com chorume  
Fonte: Autor



Figura 7: Experimento  
Fonte: Autor

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO:** Semanalmente eram retiradas três amostras de 10 ml, as quais eram postas para decantar depois de ser colocado formol. Após um período de 48 horas, elas eram analisadas na câmara de Neubauer e quantificadas.



Figura 8: Tubo de ensaio  
Fonte: Autor



Figura 9: Formaldeído  
Fonte: Autor



Figura 10: Microalgas em decantação  
Fonte: Autor

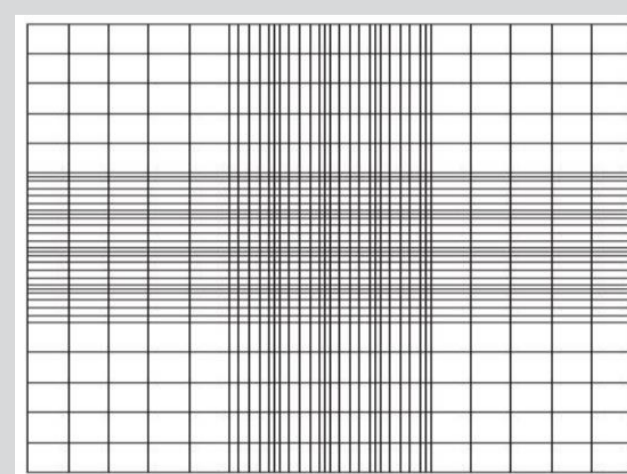


Figura 11: Câmara de Neubauer  
Fonte: [www.splabor.com.br](http://www.splabor.com.br)



Figura 13: Análise de amostras no microscópio óptico  
Fonte: Autor

**ANÁLISE DO TRATAMENTO DE NUTRIENTES:** Semanalmente era retirada uma amostra de 10 ml, a qual era filtrada. A água, depois de passar pelo filtro, era utilizada para fazer testes colorimétricos de amônia tóxica, fosfato e nitrato.



Figura 16: Coleta para testes de nutrientes  
Fonte: Autor



Figura 17: Filtragem  
Fonte: Autor

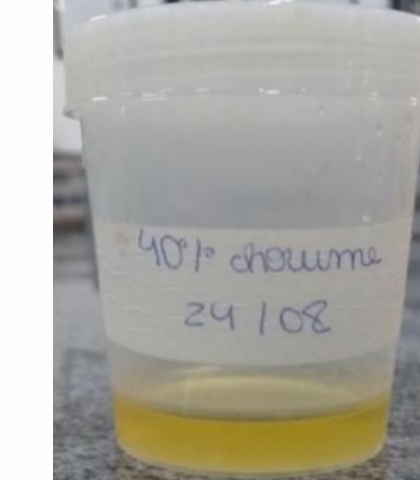


Figura 18: Amostra após a filtragem  
Fonte: Autor



Figura 19: Testes colorimétricos  
Fonte: Autor



Figura 20: Teste em progresso  
Fonte: Autor



Figura 21: Amostra após testagem  
Fonte: Autor

#### TRATAMENTO GÁS CARBÔNICO PRODUZIDO POR UM BIODIGESTOR

Primeiramente, foi montado o biodigestor a partir de um galão de água vencido e lixo orgânico da minha escola. Ele foi acoplado a um fotobiorreator (montado como o cultivo matriz da primeira metodologia). E os testes foram realizados como na metodologia anterior.



Imagem 25: Montagem do biodigestor  
Fonte: Autor



Imagem 23: fotobiorreator acoplado a um biodigestor  
Fonte: Autor

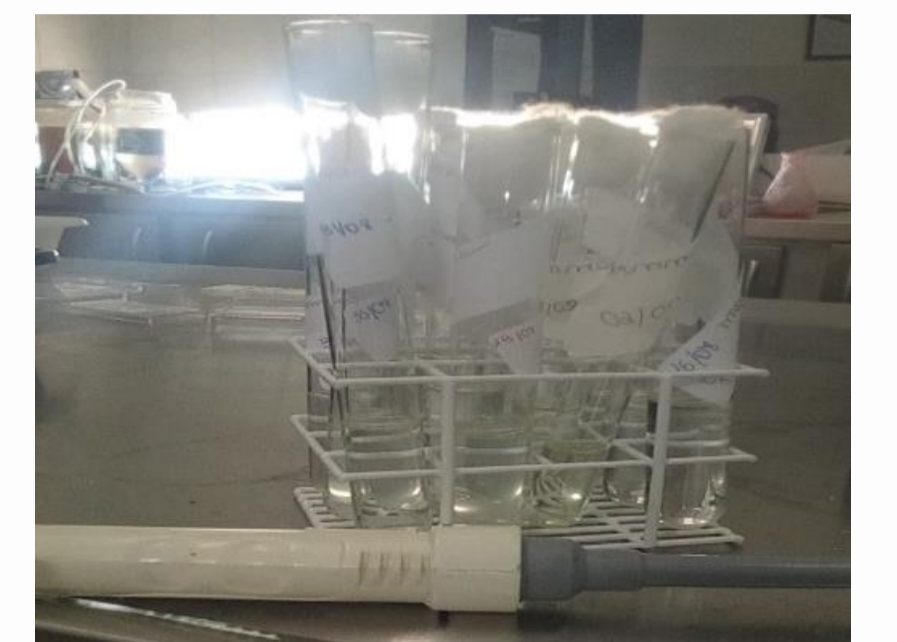


Imagem 22: amostras de microalgas  
Fonte: Autor

### RESULTADOS

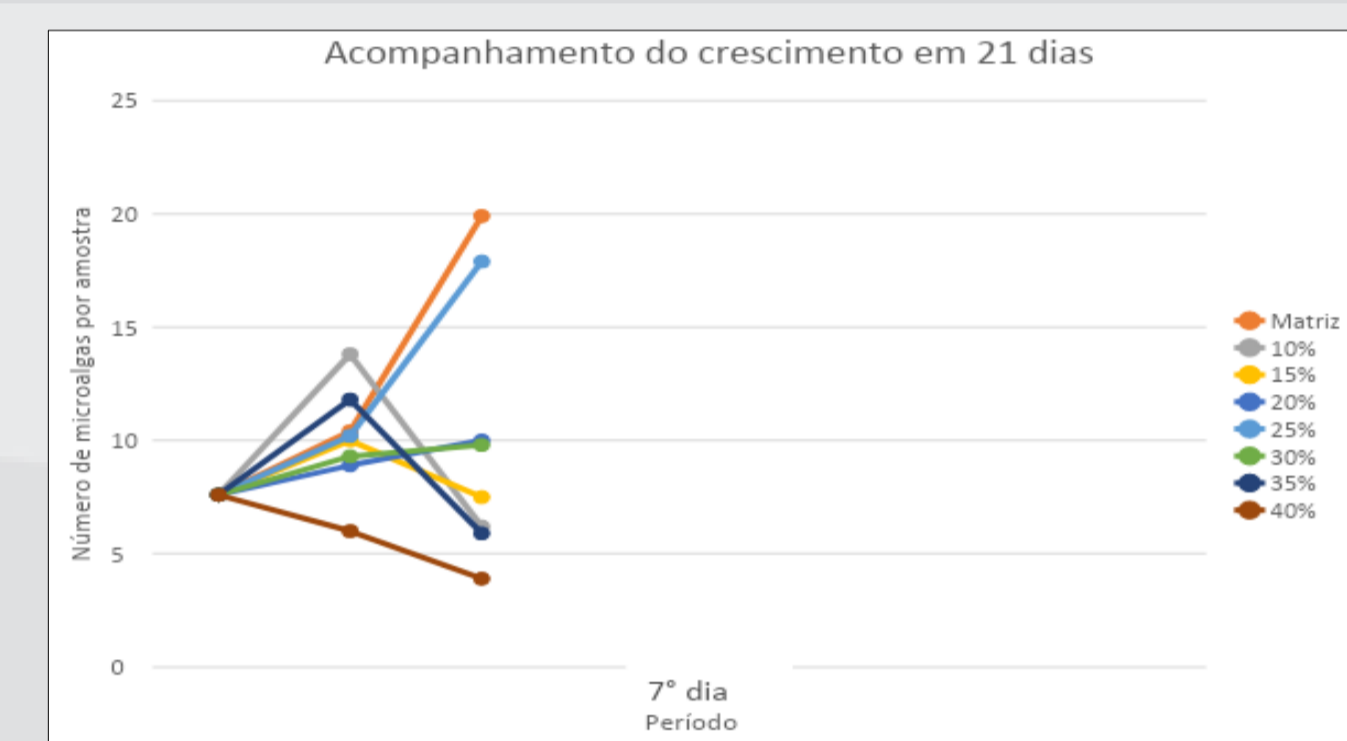


Gráfico 1: Crescimento das microalgas em 21 dias  
Fonte: Autor

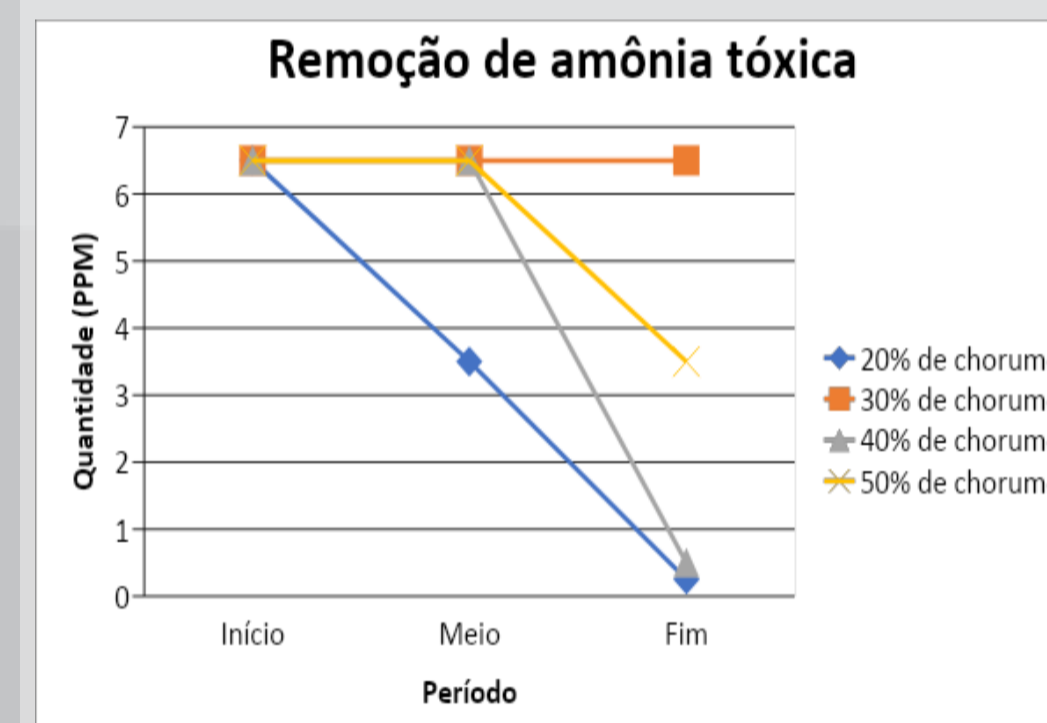


Gráfico 3: Remoção de amônia tóxica durante o período de análise.  
Fonte: Autor

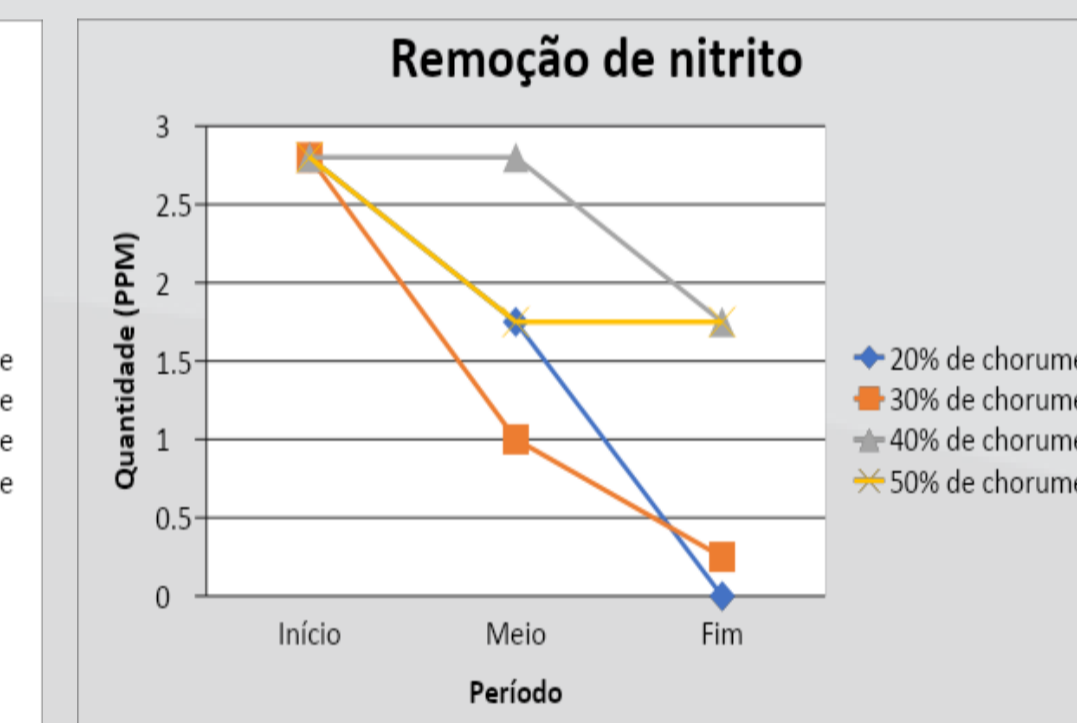


Gráfico 4: remoção de nitrato  
Fonte: Autor

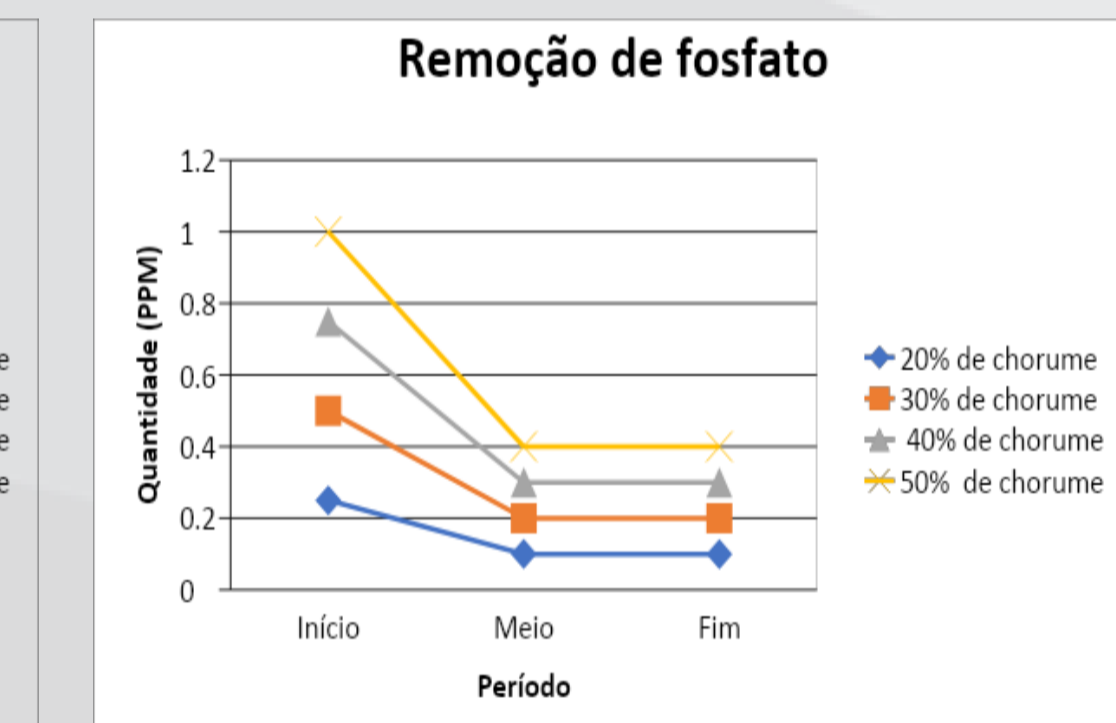


Gráfico 5: remoção de fosfato  
Fonte: Autor

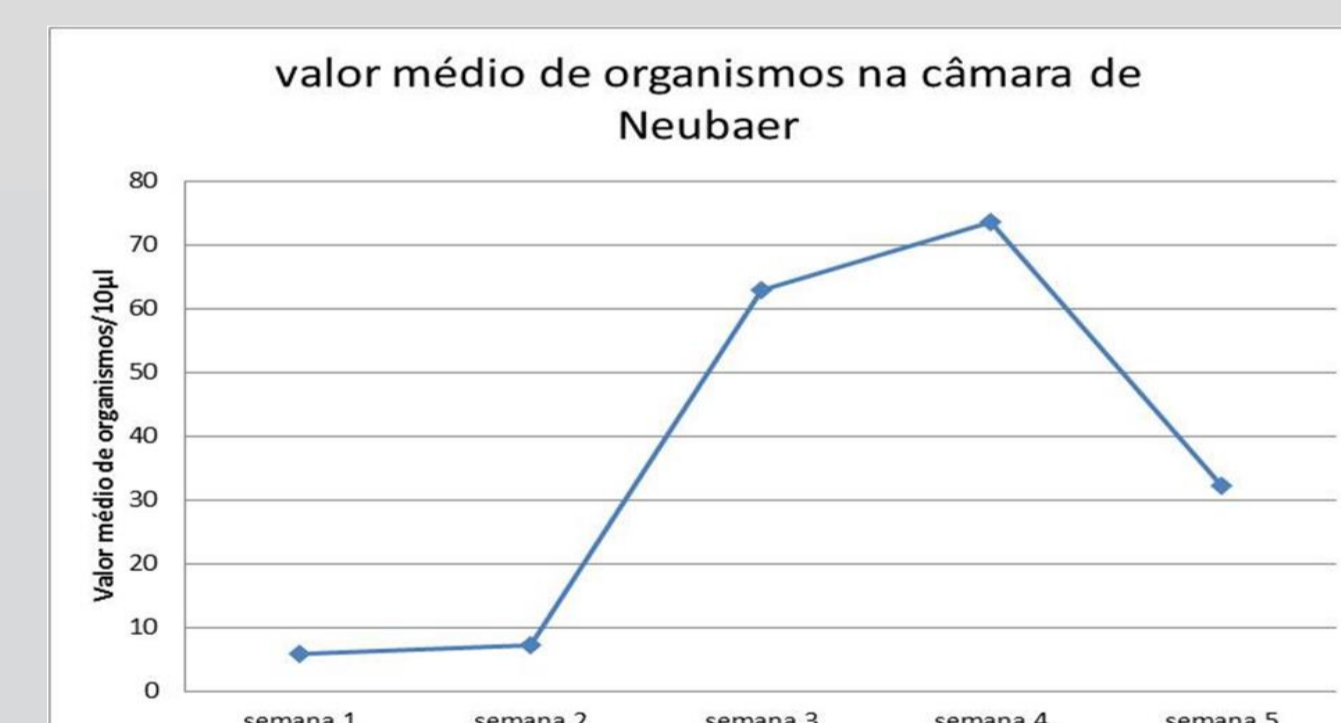


Gráfico 6: Crescimento das microalgas no sistema acoplado entre fotobiorreator e biodigestor  
Fonte: Autor

### CONCLUSÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que o sistema do fotobiorreator com microalgas se mostra eficiente tanto para a remoção de nutrientes como para o aproveitamento de gases produzidos em sistemas de aterros sanitários.

Novos testes estão sendo desenvolvidos para potencializar o processo de crescimento das algas, de maneira que seja possível realizar o sequestro de CO<sub>2</sub> e o tratamento de chorume simultaneamente.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Francisca P.; PAZ, Gilvan M, OLIVEIRA; Yáscara L., et al. Estudo da Viabilidade de Microalgas para Produção de Biodiesel. BONINI, Monica de Albuquerque et al. Cultivo heterotrófico de *Aphanethece microscopica* Nägeli e *Chlorella vulgaris* em diferentes fontes de carbono e em vinhaça. 2012. DERNER, Roberto Bianchini et al. Microalgae, products and applications. Ciência Rural. v. 36, n. 6, p. 1959-1967, 2006. FAGGIÃO, Flávia C.; ORSI, Nayara M. Identificação de organismos bioindicadores do litoral paranaense por meio da análise correlativa de fatores bióticos e abióticos (fase II) – uma ferramenta para análise de qualidade ambiental. Monografia. Londrina, Paraná. 2013. HOEK, C. van den.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. Algae: an introduction to Phycology. Cambridge University Press, Cambridge. 1995. 623 p. KLEIN, Claudia; AGNE, Sandra Aparecida Antonini. FÓSFORO: DE NUTRIENTE À POLUENTE! Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Passo Fundo v. 8, n. 8, p. 1713-1721, set.-dez., 2012. MATA, Teresa M.; MARTINS, António A.; CAETANO, Nidia S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Porto, v.14, n. 1, p. 217-232, jan. 2010. MORAIS, Josmaria. Estudo da potencialidade de processos oxidativos avançados, isolados e integrados com processos biológicos tradicionais, para tratamento de chorume de aterro sanitário. SILVA, Fabiana da et al. Biorremediação de nitrogênio, fósforo e metais pesados (Fe, Mn, Cu, Zn) do efluente hipotético, através do uso de *Chlorella vulgaris*. 2006.